ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 AVRIL 1915.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

En adressant l'*Extrait de la Connaissance des Temps* pour 1916, M. **E. Guyou** envoie la Note suivante :

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, au nom du Bureau des Longitudes, l'*Extrait de la Connaissance des Temps* à l'usage des marins pour l'année 1916. Au moment où, par suite de l'adhésion de la France, l'unification des origines des longitudes et du jour moyen va devenir un fait accompli et où, par suite, les marins de toutes nationalités pourront utiliser les mêmes Éphémérides astronomiques, cette publication mérite une mention spéciale; elle est en effet la première de son espèce et aujourd'hui même elle est encore la seule ayant un caractère officiel qui ait été établie exclusivement pour les besoins de la navigation.

Pendant longtemps, nos marins durent emprunter à la *Connaissance des Temps* elle-même les données astronomiques nécessaires à leurs problèmes. Cet Ouvrage étant destiné à la fois aux astronomes, aux géographes et aux marins, il n'était pas possible d'y tenir compte des besoins spéciaux de ses différentes catégories de clients; il ne donnait guère que les éléments essentiels, c'est-à-dire les coordonnées des astres ([1]), laissant à chacun le soin de les transformer pour les approprier à des besoins.

Mais si l'on peut, sans grand inconvénient, imposer quelques calculs supplémentaires à des hommes de science comme les astronomes et les

---

([1]) Une exception cependant était faite en faveur des marins, l'Ouvrage donnait les distances lunaires calculées d'avance pour faciliter la détermination des longitudes en mer.

géographes, il n'en est plus de même quand il s'agit de professionnels pour lesquels les calculs constituent des travaux accidentels en quelque sorte et très différents de leurs occupations usuelles. Pour ceux-ci, en effet, les chances d'erreurs sont plus nombreuses; en général aussi les risques consécutifs sont plus graves. Il y a donc avantage à livrer aux praticiens les données dont ils ont besoin sous une forme telle que leur intervention soit réduite au minimum. Les simplifications des calculs nautiques sont particulièrement précieuses encore pour une autre raison non moins importante, elles rendent accessibles aux patrons des petits navires les connaissances indispensables à la sécurité de la navigation ([1]).

Ce n'est cependant que vers la fin du siècle dernier que l'attention du Bureau des Longitudes fut attirée pour la première fois sur ces considérations. En 1884, un travail émanant de l'École Navale et transmis par le Ministre de la Marine signala les différences notables existant entre les besoins des astronomes et ceux des marins, puis, invoquant l'importance relative de la clientèle maritime de la *Connaissance des Temps*, demanda le dédoublement de cette publication. Le Bureau des Longitudes, tenant compte des désirs des marins, apporta quelques modifications aux Éphémérides, mais ce n'est qu'en 1887, après un nouvel examen provoqué par une nouvelle démarche du Département de la Marine, qu'il résolut de publier dans un fascicule à part, sous le titre d'*Extrait de la Connaissance des Temps*, les Éphémérides nécessaires à la Navigation.

Depuis sa création, l'*Extrait* a subi de nombreux perfectionnements, notamment dans les fascicules pour 1912 et pour 1916. On s'est efforcé d'en présenter les données sous la forme la mieux appropriée aux besoins de la navigation; rien n'a été négligé de ce qui pouvait abréger ou simplifier les calculs nautiques. Les différences principales entre *l'Extrait* et la *Connaissance des Temps* sont les suivantes :

1° Les ascensions droites des astres n'interviennent dans les calculs de Navigation que pour passer du temps moyen à l'angle horaire et réci-

---

([1]) Pour les marins, le *desideratum* par excellence consisterait en une table donnant, à vue, en fonction des données immédiates de l'observation et des Éphémérides astronomiques, les éléments du tracé d'un lieu géométrique. Dans l'impossibilité de réaliser ce *desideratum*, on doit chercher à s'en rapprocher autant que possible, en réduisant au minimum les transformations à faire subir d'abord aux données avant d'entrer dans la table, puis aux résultats de la table pour obtenir les éléments du tracé.

proquement. Ces deux conversions s'effectuent respectivement par l'addition des deux différences.

Ascension droite du Soleil moyen — Ascension droite de l'astre,
Ascension droite de l'astre — Ascension droite du Soleil moyen.

Depuis très longtemps, pour le Soleil, la *Connaissance des Temps* donnait la première différence en fonction du temps moyen, de manière que la première conversion s'effectuait, pour cet astre, par une entrée de table, et une addition, tandis que, pour la Lune et les planètes, il fallait chercher les deux termes de la différence; le travail était doublé. L'*Extrait* fournit désormais la même donnée pour le Soleil, la Lune et les planètes. Le calculateur y trouve deux avantages : la simplification de son travail et l'unité de méthode pour des problèmes qui sont en fait identiques.

La seconde différence est donnée depuis longtemps sous le titre : *Temps moyen du passage au méridien*, qui rappelle l'usage qu'en font les astronomes. Pour éviter l'introduction d'un nouveau terme, l'*Extrait* a conservé cette donnée sous le même titre, bien qu'il n'ait qu'un rapport assez lointain avec l'usage plus général qu'en font les marins (passer de l'angle horaire au temps moyen).

2° La précision des données a été réduite strictement aux limites utilisables dans la navigation courante. Les données équatoriales, exprimées en heures, sont limitées à la seconde ronde, les déclinaisons sont exprimées au dixième de minute de degré. Grâce à cette simplification, toutes les complications inhérentes aux nombres complexes sont évitées; les interpolations sont considérablement simplifiées; on a même pu créer des tables d'interpolation donnant les parties proportionnelles pour les Éphémérides de tous les astres.

3° On a inséré dans l'*Extrait* toutes les tables auxiliaires de navigation familières aux marins [1], de manière que le calculateur soit dispensé de recourir à des tables de logarithmes spéciales.

Avec une table quelconque à cinq décimales, dont l'argument est en degrés seulement, le calculateur muni de l'*Extrait* peut effectuer tous les calculs de navigation.

4° Enfin l'*Extrait* contient une carte du Ciel pour faciliter les obser-

---

[1] Corrections des hauteurs; conversion des degrés en heures et réciproquement; azimuts et angles horaires aux levers et couchers; latitude par la Polaire; Table de point.

vations du crépuscule et de l'aurore dont l'emploi tend à se généraliser de plus en plus.

Dans le fascicule pour 1916, pour la première fois, le temps moyen des prédictions et les longitudes géographiques sont rapportés au méridien de Greenwich.

AGRONOMIE. — *Études sur la formation des limons et leur charriage par les cours d'eau dans les Alpes et les Pyrénées.* Note de MM. **A. Müntz** et **E. Lainé.**

Dans une précédente Note [1], nous avons exposé les premiers résultats des recherches que nous avons entreprises, à la demande de l'Administration des Améliorations agricoles du Ministère de l'Agriculture, sur les matériaux charriés par les cours d'eau des Alpes et des Pyrénées. Nous avions organisé 25 stations sur les principaux d'entre eux et nous possédons maintenant les résultats des observations poursuivies sans interruption pendant deux années consécutives. Ils confirment la conclusion qu'il ne faut entreprendre qu'avec une extrême prudence, sur certains cours d'eau des Alpes, la construction de barrages réservoirs, dont un envasement très rapide est à craindre.

Ces études, exécutées surtout pour déterminer le charriage des matériaux en vue de l'ensablement, ont en même temps apporté une contribution, au point de vue de la Géographie physique, au problème de l'érosion et de la dénudation des continents. Nous avons, en outre, déterminé la composition physique des matières en suspension et étudié comment ces limons se déposent quand le courant d'eau qui les entraîne vient à se ralentir. Nous avons enfin déterminé les propriétés des sols qu'ils forment, soit par alluvionnement naturel, soit par colmatage artificiel et comment ils modifient les terres arables sur lesquelles ils se déposent par le fait de l'irrigation.

Nous avons constaté d'abord que les quantités de matériaux, solubles ou en suspension, enlevés aux montagnes par les eaux courantes, sont extrêmement variables suivant la constitution géologique des terrains d'où ils proviennent. En général, les formations anciennes, où dominent

(1) *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 848.

les roches offrent une grande résistance aux agents atmosphériques, abandonnent peu de limons aux cours d'eau, tandis que les formations récentes, où abondent les roches friables et affouillables, donnent prise à l'érosion. Aussi les eaux des Pyrénées sont-elles beaucoup moins limoneuses que celles des Alpes; mais, dans ces dernières, existe un noyau ancien, formé par les massifs du mont Blanc, de la Vanoise et du Pelvoux. Les rivières qui s'y alimentent (Arve, Haute-Isère, Haute-Durance) ont des eaux relativement claires. Le reste du massif, secondaire ou tertiaire, donne naissance à des rivières souvent très limoneuses, qui, pour la plupart, vont grossir l'Isère et la Durance.

Si nous nous en tenons aux rivières les plus importantes, nous avons obtenu les résultats suivants :

			Matières			
			en suspension		en solution	
		Débit moyen en mètres cubes par seconde.	Moyenne par mètre cube.	charriées annuellement en tonnes.	Moyenne par mètre cube.	charriées annuellement en tonnes.
			kg		kg	
Isère à Moutiers	1911-1912	32,4	0,180	184	0,504	515
» »	1912-1913	32,8	0,064	66		
Isère à Montmélian (¹)..	1911-1912	160,8	7,630	38800	0,497	2520
» » ..	1912-1913	180,8	6,987	39800		
Isère à Grenoble (²)....	1912-1913	199,1	3,173	19900	0,345	2170
Durance à Embrun.....	1911-1912	80,3	0,347	881	0,348	880
Durance à Sisteron.....	1911-1912	154,3	1,493	7300	0,325	1580
» »	1912-1913	129,6	1,351	5550		
Durance à Mirabeau....	1911-1912	244,6	0,983	7600	0,338	2610
» »	1912-1913	262,4	2,296	19000		
Garonne à Saint-Béat...	1911-1912	22,8	0,045	32	0,137	98,5
Garonne à Toulouse....	1911-1912	147,8	0,074	345	0,155	720
» »	1912-1913	188,3	1,203	7150 (³)		

Chaque période annuelle part du mois de juillet, sauf pour l'Isère à Grenoble, où elle part du mois de mars.

On voit que si les quantités de matières solubles entraînées par les cours d'eau atteignent des chiffres élevés, celles des limons sont souvent incomparablement plus grandes. Encore n'avons-nous pas compris dans les

(¹) En aval du confluent de l'Arc.

(²) En amont du confluent du Drac.

(³) Chiffre élevé par suite de crues importantes en novembre 1912 et mai 1913.

chiffres qui précèdent les galets et les sables qui sont roulés sur le fond du lit des rivières.

Les matières en solution sont définitivement enlevées au continent et elles sont intégralement transportées à la mer. Quant aux matières en suspension qui n'y sont maintenues que par la vitesse du courant, elles se déposent partiellement dès que cette vitesse vient à se ralentir, formant des dépôts sableux dans le lit même de la rivière, ou des alluvions si, à la suite d'une crue, les eaux débordent. Nous voyons, par exemple, qu'à Grenoble, l'Isère ne charrie plus que 20 millions de tonnes de limons sur les 40 millions qui passent à Montmélian, à 55^{km} en amont. Les eaux ont donc abandonné, en cours de route, une partie notable des matériaux qu'elles tenaient en suspension.

Les dimensions des particules ainsi transportées sont extrêmement variables. Elles sont d'autant plus grossières que le courant est plus rapide. L'eau oppose à la chute de ces particules une résistance qui augmente avec leur finesse; au sein de l'eau en repos, elles finissent par tomber d'un mouvement uniforme d'autant plus lent qu'elles sont plus fines. Si l'eau est elle-même animée d'une vitesse ayant une composante ascendante, les particules dont la vitesse de chute est inférieure à cette composante sont maintenues en suspension; les autres, plus grossières, se déposent.

Il se fait donc, dans le lit même de la rivière, au fur et à mesure que la pente et la vitesse du courant diminuent, une sédimentation méthodique des limons; les parties les plus grossières se déposent progressivement et, en fin de compte, les limons les plus ténus sont sélectionnés et entraînés.

Au laboratoire, on réalise méthodiquement la séparation de ces diverses catégories de particules, au moyen des appareils d'analyse mécanique des sols par lévigation.

L'emploi de l'appareil de M. Kopecky, combiné avec la méthode de dosage de l'argile de M. Schlœsing, permet de séparer dans les limons les catégories suivantes :

Désignation.		Dimension en millimètres.	Vitesse de chute en millimètres par seconde.
Gravier		$D > 1,00$	$V > 7$
Sables	grossier	$1,00 > D > 0,50$	$V > 7$
	moyen	$0,50 > D > 0,25$	$V > 7$
	fin	$0,25 > D > 0,10$	$V > 7$
Limons	sableux	$0,10 > D > 0,05$	$7 > V > 2$
	fin	$0,05 > D > 0,01$	$2 > V > 0,2$
	très fin	$D < 0,01$	$V < 0,2$
Argile		impalpable	$V < 0,2$

Cette méthode de séparation nous a montré que la constitution physique des limons est en rapport avec la vitesse du courant qui les charrie. Ils sont, par suite, plus grossiers au moment des crues et, en général, de plus en plus ténus à mesure qu'on descend de la montagne vers la plaine.

Reprenons l'exemple de l'Isère. Cette rivière reçoit la plus grande partie de l'énorme quantité de limons qu'elle charie, de son tributaire l'Arc, dont certains affluents tels que l'Arvan, le Glandon sont, au moment des crues, de véritables torrents de boue. L'analyse mécanique des limons a donné :

		Sable			Limon			
	Gravier.	grossier.	moyen.	fin.	sableux.	fin.	très fin.	Argile.
Glandon................	16,4	22,2	17,8	7,7	9,4	15,2	9,9	1,4
Haute-Isère (Montmélian).	»	0,8	23,2	23,0	31,4	17,1	2,1	2,4
Basse-Isère (Grenoble)...	»	0,3	4,2	3,9	16,7	40,6	30,3	4,0

On voit, avec une grande netteté, qu'à mesure qu'on descend vers la plaine, les limons se sélectionnent en devenant de plus en plus fins et de plus en plus homogènes.

On observe les mêmes faits sur la Durance :

		Sable			Limon			
	Gravier.	grossier.	moyen.	fin.	sableux.	fin.	très fin.	Argile.
Haute-Durance (Embrun).	»	0,4	7,3	6,4	19,3	40,4	21,7	4,5
Basse-Durance (Sisteron).	»	»	0,1	»	0,7	13,6	64,8	20,8

Nous voyons aussi que les limons de la Durance sont beaucoup plus fins que ceux de l'Isère. Pourtant, à Mirabeau, elle charrie souvent des limons moins ténus, parce qu'elle reçoit, en aval de Sisteron, des affluents tels que le Verdon, qui lui apportent de grandes quantités de matériaux plus grossiers. Il en résulte des variations dans la composition des limons, suivant qu'ils sont fournis par la crue de tel ou tel affluent. Nous avons, par exemple, observé les chiffres suivants :

		Sable			Limon			
	Gravier.	grossier.	moyen.	fin.	sableux.	fin.	très fin.	Argile.
Crue du 2 juin 1912......	»	»	3,5	7,0	40,5	30,5	14,0	4,5
Crue du 28 octobre 1912..	»	0,1	0,2	0,1	0,8	0,7	76,9	21,2

Les canaux d'irrigation doivent faire parcourir aux eaux qu'ils empruntent aux rivières de longues têtes mortes avant de les répartir sur le périmètre qu'ils arrosent.

On peut observer dans leur lit une sédimentation des sables beaucoup plus méthodique encore que dans les rivières, parce que leur pente a été calculée de façon à diminuer graduellement et que leur débit étant uniforme, les sables une fois déposés ne sont pas repris par les crues, comme il arrive dans les rivières.

Prenons pour exemple le canal de Carpentras, qui s'alimente dans la Durance au-dessous de Mirabeau. Le Tableau suivant donne la composition des sables qui se déposent successivement dans son lit, ainsi que celle du limon qui reste en suspension :

Points de la prise :	Vitesse de l'eau en mètre par seconde.	Sable grossier.	Sable moyen.	Sable fin.	Limon sableux.	Limon fin.	Limon très fin.	Argile.
Dépôt. Lit même de la Durance ...	»	1,1	39,4	38,4	14,0	3,0	1,6	2,5
» Canal à 500^{m} de la prise ...	1,53	0,1	26,0	48,4	17,3	4,3	1,0	2,9
» » 23^{km} » ...	0,72	»	0,7	26,8	53,5	13,1	2,8	3,1
» » 50^{km} » ...	0,56	0,3	2,5	7,4	16,6	36,2	28,7	8,3
» » 91^{km} » ...	0,42	0,3	0,2	»	0,6	40,4	47,8	10,7
Le limon resté en suspension à 50^{km} de la prise....................	0,56	»	»	»	0,7	9,3	70,6	19,4

Ces chiffres, qui sont d'une grande régularité, montrent que dans un courant de vitesse voisine de $1^{m},50$ par seconde se déposent les sables dont le diamètre est compris entre $0^{mm},25$ et $0^{mm},10$; dans un courant de vitesse voisine de $0^{m},75$ par seconde, des sables dont le diamètre est compris entre $0^{mm},10$ et $0^{mm},05$, et dans un courant de vitesse voisine de $0^{m},40$, des limons dont le diamètre est inférieur à $0^{mm},05$.

Les matières alors maintenues en suspension, et qui sont distribuées sur les terres, sont formées des particules les plus ténues.

En résumé, nous avons déterminé les quantités de matériaux charriés par les principaux cours d'eau des Alpes et des Pyrénées. Nous avons montré qu'à cause de la fréquence de certaines formations récentes, très friables et affouillables, l'érosion est beaucoup plus intense dans les Alpes, dont les rivières arrachent d'énormes masses de matériaux. Ainsi l'Isère, à Montmélian, qui draine alors un périmètre dont la surface est d'environ 4850^{km^2}, a charrié en moyenne, pendant la période 1911 à 1913, 39 millions de tonnes de limons par an, ce qui correspondrait à 8000 tonnes par kilomètre carré. Si ces limons étaient répartis en une couche uniforme sur tout le bassin versant, cette couche atteindrait 8^{mm} d'épaisseur et le niveau moyen de la montagne se trouverait ainsi abaissé de 81^{cm} par siècle. La

Durance transporte notablement moins de matériaux. Ils correspondent cependant à 1117 tonnes par kilomètre carré de versant, soit à une épaisseur de limon qui, répartie sur tout ce bassin, atteindrait $7^{cm},8$ par siècle. Mais ces derniers limons sont très fins et, à part ceux que les canaux d'irrigation transportent sur les terres, ils sont en grande partie entraînés jusqu'à la mer, tandis que les limons de l'Isère, beaucoup plus grossiers, se déposent rapidement. Les rivières, agents de sédimentation en même temps qu'agents de transport, forment, tout le long de leurs vallées, des terrains à texture de plus en plus fine, à mesure que leur pente diminue.

Dans la région des plaines, elles ne portent plus que les éléments les plus fins. Ce sont uniquement les limons très ténus que les eaux d'arrosage déposent sur les terres cultivées.

Il nous reste à examiner la valeur agricole de ces différents dépôts.

M. G. **Lemoine**, en son nom et au nom de la *Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne*, présente le *Compte rendu du Congrès de l'Association des Sociétés savantes de Bourgogne*, tenu à Dijon les 21 et 22 juin 1914.

Dans ce Congrès, présidé par M. René Vallery-Radot, *vingt-trois* Sociétés étaient représentées : ce nombre suffit à montrer quelle est l'activité intellectuelle de la Bourgogne; la doyenne de ces Sociétés savantes est l'Académie des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Dijon, qui remonte à 1725.

Le prochain Congrès aura lieu à Mâcon et sera présidé par notre Secrétaire perpétuel, M. A. Lacroix.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un hydrate d'hydrogène arsénié.* Note de M. de **Forcrand**.

On sait qu'un grand nombre de gaz ou vapeurs ont la propriété de donner avec l'eau, à une température un peu supérieure à 0°, des hydrates cristallisés dissociables contenant en général 6^{mol} d'eau pour 1^{mol} de gaz.

On peut obtenir un hydrate semblable avec l'hydrogène arsénié et aussi avec l'hydrogène antimonié.

J'ai préparé le gaz hydrogène arsénié presque pur (à 98 pour 100 en volume de AsH^3) par l'excellente méthode imaginée par M. Fonzes-Diacon ([1]), c'est-à-dire par l'action de l'eau froide sur l'arséniure d'aluminium.

([1]) *Comptes rendus*, t. 130, 1900, p. 1314.

Le gaz était alors introduit, avec quelques gouttes d'eau, dans le tube de l'appareil Cailletet, et comprimé progressivement.

Comme il arrive toujours dans les cas analogues, la simple compression ne produit pas immédiatement l'hydrate. Mais, après une détente brusque et une nouvelle compression, les cristaux apparaissent.

On peut ensuite les maintenir indéfiniment, entre 0° et $+28^\circ,2$, sous une pression minima qui croît avec la température.

Cette pression minima, qui est la tension de dissociation de l'hydrate, est de $17^{atm},5$ à $+28^\circ,2$.

Au delà, par exemple à $+29^\circ$, l'hydrate se détruit et refuse de se reformer même sous des pressions de 30 à 40 atmosphères, tandis que l'appareil ne contient plus que deux couches liquides superposées : eau et AsH^3.

C'est en effet à cette température $+28^\circ,3$ que la courbe des tensions de dissociation de l'hydrate rejoint la courbe des tensions de vapeur de AsH^3, qui, d'après les nombres donnés par Faraday, fournirait $17^{atm},5$ à $+28^\circ,2$.

Un semblable *point critique de décomposition* existe pour tous les hydrates de gaz.

Pour avoir la tension de dissociation à 0°, j'ai enfermé le gaz dans une sorte de *tube de Mariotte*, contenant dans sa branche fermée quelques gouttes d'eau. L'extrémité ouverte de l'appareil plongeait dans un bain de mercure.

J'ai obtenu ainsi, à 0° : 613^{mm}, soit $0^{atm},806$.

Le même tube a été utilisé pour avoir des points compris entre 0° et $+5^\circ$, mais en le disposant en sens inverse, c'est-à-dire l'ouverture de la grande branche en haut. On notait alors à quelles températures les cristaux se formaient ou se détruisaient sous une pression donnée. J'ai trouvé :

760^{mm} à $+1^\circ,6$,
980^{mm} à $+4^\circ,15$.

Enfin, d'autres points ont été déterminés avec l'appareil Cailletet, entre $+10^\circ$ et $+21^\circ$, par exemple :

atm		o
2,65	à	+ 10,
3,83	à	+ 13,
6,79	à	+ 18,25,
8,85	à	+ 21,

ce qui permet de tracer toute la courbe.

Déjà les deux points extrêmes 0° et + 28°, 2 suffisent pour calculer, au moyen de la formule de Clapeyron, la chaleur de formation de l'hydrate solide à partir de l'eau liquide et de AsH^3 gaz. On trouve ainsi :

$$+17^{Cal},834.$$

Le même calcul effectué pour les points de la courbe espacés de 5° en 5° donne :

De :				Q.
°		°		Cal
0	à	+ 5	(613^{mm} et 1102^{mm}).........	+ 17,69
+ 5	à	+ 10	(1102^{mm} ou $1^{atm},45$ et $2^{atm},65$).	+ 18,86
+ 10	à	+ 15	($2^{atm},65$ et $4^{atm},72$).....	+ 18,70
+ 15	à	+ 20	($4^{atm},72$ et 8^{atm}).....	+ 17,66
+ 20	à	+ 25	(8^{atm} et $12^{atm},9$).....	+ 16,58
+ 25	à	+ 28,2	($12^{atm},9$ et $17^{atm},5$).....	+ 17,03

La moyenne est

$$+17^{Cal},753,$$

nombre qui se confond avec le précédent.

Pour évaluer la chaleur de formation Q', à partir du gaz et de l'eau solide, on peut se servir de ma relation générale

$$Q' = 30 \times T,$$

sachant que T = + 1°, 6 ou 274°,6 absolus. On trouve alors

$$Q' = +8^{Cal},238.$$

La différence $Q - Q' = 9^{Cal},515$ correspond à la chaleur de solidification des *n* molécules d'eau unies à AsH^3. Donc

$$\frac{9,515}{1,55} = 6,14 = n.$$

La formule de l'hydrate est donc

$$AsH^3 + 6H^2O.$$

Il est possible aussi de faire la part qui correspond à la solidification du gaz AsH^3 dans le nombre global $+8^{Cal},238$ obtenu plus haut. En effet, ce gaz bout à − 54°,8 (Olszewski), soit à 218°,2; sa chaleur de solidification doit donc être égale à 218,2 × 30, soit $6^{Cal},546$. Il reste donc

$$+8,238 - 6,546 = +1^{Cal},692,$$

pour représenter la *chaleur chimique*, c'est-à-dire l'union de AsH^3 solide avec $6H^2O$ solides.

Si maintenant on cherche les analogies entre cet hydrate et ceux des gaz les plus voisins du AsH^3, on en trouve quelques-unes qui sont assez frappantes.

Ainsi, le Tableau suivant

	Température d'ébullition du gaz sous 760mm.	Différences d.	Tensions de dissociation de l'hydrate à 0°.	Différences d'.
SH^2	—60°,2	18°,2	731mm	385mm
SeH^2	—42		346	
AsH^3	—54,8	12°,8	613	267mm

montre que les différences d sont proportionnelles aux différences d'.

En appliquant cette relation à l'hydrate de PH^3, on trouverait qu'il a à 0° une tension de dissociation de $1^{atm},63$, nombre qui s'accorde avec les données de Cailletet et Bordet.

On peut encore faire la comparaison suivante :

	Poids moléculaire.	Nombre de molécules d'eau de l'hydrate.	Température à laquelle l'hydrate a une tension de 760mm.		Poids moléculaire.	Nombre de molécules d'eau de l'hydrate.	Température à laquelle l'hydrate a une tension de 760mm.	Différences.
SH^2 ...	34	6	+0°,35	SeH^2 ...	81	6	+8°	7°,65
PH^3 ...	34	6	—6,40 (¹)	AsH^3 ...	78	6	+1,6	8,00
	Différences ...		6,75				6,4	

Ainsi, dans chaque ligne horizontale, on trouve la même différence de stabilité en passant de l'hydrure du poids moléculaire 34 à l'hydrure du poids moléculaire 80 environ. De même, dans chaque colonne verticale, la différence de stabilité est sensiblement identique pour deux termes de même poids moléculaire lorsqu'on passe d'une famille à l'autre.

J'étudie actuellement l'hydrate de SbH^3, qui paraît très voisin de l'hydrate de AsH^3.

(¹) Nombre calculé d'après la courbe de Cailletet et Bordet.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Intérieur** transmet à l'Académie ampliation d'un Arrêté aux termes duquel M. le Dr Roux est nommé Membre du *Conseil supérieur d'Hygiène publique de France*.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le troisième trimestre de* 1914 (1). Note (2) de M. **J. Guillaume**, présentée par M. B. Baillaud.

Le nombre des jours d'observations dans ce trimestre a été de 67, et voici les principaux faits qu'on en déduit :

Taches. — Avec un nombre de groupes très peu moindre (12 au lieu de 14) la surface tachée enregistrée est plus grande d'environ un quart (1321 millionièmes au lieu de 1083).

D'ailleurs, une belle tache nucléaire a été visible à l'œil nu dans deux traversées successives du disque solaire, du 13 au 26 août, à la latitude de + 18°, et du 10 au 22 septembre, à la latitude de + 17°.

Dans leur répartition par hémisphère, on a noté 1 groupe en plus au sud de l'équateur (8 au lieu de 7) et 3 en moins au nord (4 au lieu de 7). Nous n'avons observé aucun groupe dans l'hémisphère boréal pendant le mois de juillet.

La latitude moyenne des taches a encore augmenté dans l'hémisphère austral : de — 23° à — 27°, tandis qu'elle a diminué dans l'hémisphère boréal : de + 26° à + 18°,5.

La proportion des jours sans taches est un peu plus élevée dans ce trimestre que dans le précédent, avec le nombre de 0,42 au lieu de 0,34.

Régions d'activité. — Le nombre des groupes de facules est très peu moindre que dans le deuxième trimestre, avec 59 groupes au lieu de 62; mais leur surface totale a diminuée de plus d'un quart : on a, effectivement, 29,7 millièmes au lieu de 41,5.

Dans leur répartition de part et d'autre de l'équateur, on a enregistré 5 groupes en plus au Sud (35 au lieu de 30) et 8 en moins au Nord (24 au lieu de 32).

---

(1) J'ai omis de signaler dans ma précédente Communication (voir p. 198) que les observations du 11 au 19 avril ont été faites par mon collègue M. Ph. Flajolet.

(2) Séance du 6 avril 1915.

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes. S.	Latitudes moyennes. N.	Surfaces moyennes réduites.
		Juillet. — 0,58.			
7	1	4,8	—34		5
3-11	7	8,2	—34		56
11	1	13,0	—21		8
17-18	2	17,8	—28		42
	24 j.		—29°,3	»	
		Août. — 0,45.			
24	1	18,9	—28		13
13-26	9	19,7		+18	514
26	1	23,0	—22		3
		Août (suite).			
30-31	2	27,0		+17	9
	20 j.		—25°,0	+17°,5	
		Septembre. — 0,22.			
8-20	11	14,6	—19		173
10-22	11	16,3		+17	370
12-18	6	17,9	—30		87
24-2	8	30,3		+22	41
	23 j.		—24°,5	+19°,5	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

1914.	Sud. 90°-40°	Sud. 40°-30°	Sud. 30°-20°	Sud. 20°-10°	Sud. 10°-0°	Sud. Somme.	Nord. Somme.	Nord. 0°-10°	Nord. 10°-20°	Nord. 20°-30°	Nord. 30°-40°	Nord. 40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Juillet......	»	2	2	»	»	4	»	»	»	»	»	»	4	111
Août........	»	»	2	»	»	2	2	»	2	»	»	»	4	559
Septembre..	»	»	1	1	»	2	2	»	1	1	»	»	4	671
Totaux....	»	2	5	1	»	8	4	»	3	1	»	»	12	1321

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1914.	Sud. 90°-40°	Sud. 40°-30°	Sud. 30°-20°	Sud. 20°-10°	Sud. 10°-0°	Sud. Somme.	Nord. Somme.	Nord. 0°-10°	Nord. 10°-20°	Nord. 20°-30°	Nord. 30°-40°	Nord. 40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Juillet......	1	2	6	2	1	12	7	»	1	2	2	2	19	9,0
Août........	1	2	5	1	1	10	7	»	5	2	»	»	17	9,8
Septembre..	2	2	6	3	»	13	10	2	2	2	»	4	23	10,9
Totaux....	4	6	17	6	2	35	24	2	8	6	»	6	59	29.7

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Effet de la dispersion atmosphérique sur le diamètre des astres photographiés.* Note de M. S. **Chevalier**, présentée par M. B. Baillaud.

Dans une Note précédente (voir *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 1377), j'ai indiqué l'effet produit par la dispersion atmosphérique sur les diamètres du Soleil photographié, et la conséquence qui résultait de l'application de

cette correction à la différence observée entre les deux diamètres polaire et équatorial. La différence publiée dans notre Étude photographique des diamètres du Soleil, loin de disparaître par cette correction, se trouvait légèrement augmentée. Depuis lors, nous avons constaté qu'elle fait presque complètement disparaître une variation annuelle, légère, mais inexplicable, dans cette différence. Son effet sur le diamètre moyen ne peut être que de diminuer la valeur trouvée précédemment. Le diamètre moyen, corrigé de cette erreur, aurait eu pour valeur moyenne, de 1905 à 1910, 31′59″, 79. Cette grandeur reste en meilleur accord avec celle que M. Simonin a déduite des observations de l'éclipse de 1912 qu'avec celle qui est adoptée sur l'autorité du Dr Auwers.

Le coefficient pratique de dispersion atmosphérique déduit de l'ensemble de nos mesures des diamètres du Soleil est, sans aucun doute, celui qu'il convient d'employer dans la correction de ces mesures. Les équations de condition d'où il a été déduit, et la rectification, que j'indiquais tout à l'heure, d'une légère variation inexplicable, montrent que ce coefficient représente assez exactement l'effet de la dispersion atmosphérique sur nos photographies du Soleil. J'ajouterai que le fait d'avoir pu mettre en évidence et mesurer une cause d'erreur systématique plus petite que 0″, 2, qui entre dans la plupart des équations de condition avec un facteur compris entre +1 et −1, parle en faveur de la précision de nos mesures.

Il m'a semblé qu'il y aurait intérêt à rechercher si, pour d'autres astres photographiés avec d'autres plaques d'une sensibilité plus grande, le coefficient pratique de dispersion atmosphérique, déduit de nos mesures, serait applicable. Ce n'est pas évident, *a priori*, bien que la dispersion atmosphérique reste la même. Car ce n'est pas elle qui est mesurée, mais son effet sur les diamètres d'un astre photographié, dans telles et telles conditions. L'éclat de l'astre venant à changer, une planète au lieu du Soleil, et avec lui, la sensibilité des plaques, et le mode de développement changeant, on doit se demander si l'effet de la dispersion sera le même. Nous supposerons cependant toujours que la pose est à peu près instantanée, et que le développement est conduit de manière à obtenir, non le maximum d'intensité possible, mais l'intensité nécessaire pour arrêter nettement les contours de l'image, tout en lui laissant la transparence voulue pour que les détails de la surface restent bien visibles.

Pour résoudre cette question, nous avons résolu de photographier Jupiter au moment où le diamètre vertical se trouverait être le diamètre situé à 45° du pôle de la planète, ou un diamètre voisin. Dans ces conditions,

le diamètre symétrique du vertical, par rapport au pôle de la planète, et par conséquent égal en longueur absolue, se trouvera ou horizontal, ou très voisin de l'horizontalité. La dispersion atmosphérique sera donc sans action sur lui, tandis qu'elle obtiendra tout son effet sur le vertical. Les circonstances paraissaient d'autant plus favorables en 1913, que les conditions imposées se trouvaient réalisées à un moment où la planète était à une grande distance zénithale, et par conséquent le facteur tang z, du coefficient de dispersion atmosphérique, atteignait ou même dépassait 2.

En réalité, ce programme ne fut qu'imparfaitement rempli; en plusieurs soirées favorables, du mois d'octobre au mois de décembre, on a fait un grand nombre de photographies de Jupiter, sur de petites plaques Lumière étiquette violette, ou marque Σ, posées au foyer du réfracteur. Les poses faites à la main, sans appareils de mesure, pouvaient varier de $0^s,1$ à $0^s,2$. Il eût, sans aucun doute, été préférable de photographier la planète à l'époque de son opposition; on n'eut pas eu à tenir compte de l'inégalité d'éclairage des bords. Toutefois, le point de plus faible éclairage étant voisin de l'équateur, les deux diamètres mesurés se trouvent à distance presque égale de ce point et par conséquent presque également raccourcis; la petite différence, qui n'a guère dépassé $0'',030$, est d'ailleurs facile à calculer exactement; le travail n'est donc pas vicié par cette circonstance défavorable.

M. Tsang a mesuré 408 de ces photographies, déterminant successivement, au même micromètre, le diamètre qui se trouvait vertical au moment de la photographie, et son symétrique par rapport à l'axe. Les deux diamètres corrigés de la réfraction et de l'inégalité d'éclairage, ont été comparés, et leur différence : *vertical moins symétrique*, a été posée égale à $A \tang z(1 - \cos q)$, en désignant par q l'angle $< 90^\circ$ du vertical avec son symétrique; car le diamètre vertical s'est trouvé souvent trop éloigné du diamètre à 45°, pour qu'on pût négliger l'effet de la dispersion sur son symétrique.

Nos photographies ont été médiocres, à cause des troubles atmosphériques augmentés par la grande distance zénithale. L'expérience faite paraît montrer qu'il y aurait avantage à choisir une époque, où le diamètre à 45° du pôle serait vertical à une distance zénithale de 50° à 60°. On obtiendrait des photographies beaucoup plus nettes, et la précision des mesures compenserait largement la diminution du facteur tang z. Il est possible que nous reprenions le travail dans ces conditions.

Cependant, grâce au nombre considérable de photographies mesurées, le résultat obtenu ne paraît pas très loin de la vérité, et offre un terme de

comparaison intéressante avec celui qu'ont donné les mesures du Soleil.

La moyenne des 408 observations donne $A = 0'', 182 \pm 0'', 010$; l'erreur probable d'une observation étant $\pm 0'', 210$; et la distribution des erreurs résiduelles est assez conforme à la théorie. Les mesures des diamètres du Soleil avaient donné $A = 0'', 168$, valeur qui semble mieux établie. L'accord des deux résultats est d'ailleurs très satisfaisant et paraît prouver que l'effet de la dispersion atmosphérique sur le diamètre d'un astre photographié ne dépend que très peu de l'éclat de l'astre et de la sensibilité des plaques. Pourvu que l'objectif soit achromatisé pour la photographie, et que la pose, la sensibilité des plaques et le développement soient proportionnés à l'éclat de l'astre, de manière à obtenir une image à contours arrêtés, mais bien transparente, on pourra, avec sécurité, employer le coefficient $0'', 17$ pour corriger les diamètres mesurés de l'astre.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales bornées d'une équation différentielle linéaire.* Note [1] de M. **Ernest Esclangon**, présentée par M. Émile Picard.

Considérons une équation différentielle linéaire à *coefficients variables*

$$\frac{d^n y}{dx^n} + p_1 \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \ldots + p_n y = \varphi(x), \tag{1}$$

sur laquelle nous faisons les hypothèses suivantes :

Dans un intervalle *infini*, par exemple de 0 à $+\infty$, la fonction $\varphi(x)$ est *bornée;* dans le même intervalle :

p_n est borné; p_{n-1} est borné ainsi que sa dérivée p'_{n-1}; p_{n-2} est borné ainsi que ses *deux* premières dérivées p'_{n-2}, p''_{n-2}; ainsi de suite...; p_1 est borné ainsi que ses $n - 1$ premières dérivées.

Nous allons montrer que : *Si l'équation différentielle* (1) *admet une intégrale continue et bornée y dans l'intervalle considéré, les dérivées successives de cette intégrale, jusqu'à l'ordre n inclus, sont également bornées dans le même intervalle.*

On peut établir d'abord que les dérivées de y (jusqu'à l'ordre n inclus) ont leur valeur absolue inférieure à celle d'un polynome entier en x à

(1) Séance du 22 mars 1915.

coefficients positifs. On peut écrire en effet identiquement

$$(2)\quad \frac{d}{dx}\left(\frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}} + q_1\frac{d^{n-2}y}{dx^{n-2}} + \ldots + q_{n-1}y\right) = \frac{d^n y}{dx^n} + p_1\frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}} + \ldots + p_n y,$$

en posant

$$(3)\quad \begin{cases} q_1 = p_1, \\ q_2 = p_2 - p'_1, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ q_{n-1} = p_{n-1} - p'_{n-2} + p''_{n-3} - \ldots + (-1)^{n-2} p_1^{(n-2)}, \\ q_n = \int (p_n - q'_{n-1})\, y\, dx. \end{cases}$$

En intégrant la relation (2) et tenant compte que y est une intégrale de (1), il vient

$$(4)\quad \varphi_1(x) = \frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}} + q_1\frac{d^{n-2}y}{dx^{n-2}} + \ldots + q_{n-1}y = \int_0^x [\varphi(x) + (q'_{n-1} - p_n)y]\, dx + c.$$

Les fonctions $\varphi(x)$ et $(q'_{n-1} - p_n)y$ étant bornées, on en conclura que

$$(5)\quad |\varphi_1(x)| = \left|\frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}} + q_1\frac{d^{n-2}y}{dx^{n-2}} + \ldots + q_{n-1}y\right| < Mx + |c|.$$

En opérant sur l'expression

$$(6)\quad \frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}} + q_1\frac{d^{n-2}y}{dx^{n-2}} + \ldots + q_{n-1}y = \varphi_1(x)$$

comme on a opéré sur (1), on pourra de même écrire

$$(7)\quad \varphi_2(x) = \frac{d^{n-2}y}{dx^{n-2}} + r_1\frac{d^{n-3}y}{dx^{n-3}} + \ldots + r_{n-2}y = \int_0^x [\varphi_1(x) + (r''_{n-2} - q_{n-1})y]\, dx + c'$$

en posant

$$(8)\quad \begin{cases} r_1 = q_1 = p_1, \\ r_2 = q_2 - q'_1 = p_2 - 2p'_1, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ r_{n-2} = q_{n-2} - q'_{n-3} + \ldots + (-1)^{n-3} q_1^{(n-3)} \\ \qquad = p_{n-2} - 2p'_{n-3} + \ldots + (-1)^{n-3}(n-2)\, p_1^{(n-3)}. \end{cases}$$

Les fonctions $r_1, r_2, \ldots, r_{n-2}$ sont donc bornées ainsi que la fonction $(r''_{n-2} - q_{n-1})y$ figurant dans le second membre de (7). On aura par suite

$$(9)\quad |\varphi_2(x)| = \left|\frac{d^{n-2}y}{dx^{n-2}} + r_1\frac{d^{n-3}y}{dx^{n-3}} + \ldots + r_{n-2}y\right| < Mx^2 + M_1 x + M_2.$$

En continuant ainsi de proche en proche on arrivera finalement à cette conclusion que

$$\varphi_{n-1}(x) = \frac{dy}{dx} \tag{10}$$

sera, en valeur absolue, inférieure à un polynome de degré $n-1$; en remontant de proche en proche, on tirera la même conclusion vis-à-vis de toutes les dérivées de y jusqu'à l'ordre n inclus. Des propriétés analogues subsisteraient du reste si les fonctions $p_1, p_2, \ldots, p_n$ et les dérivées que nous avons considérées étaient majorées par des polynomes.

Montrons maintenant que, dans les conditions précises du problème, les *dérivées* $\frac{dy}{dx}, \frac{d^2y}{dx^2}, \ldots, \frac{d^ny}{dx^n}$ *sont en réalité elle-mêmes bornées.*

Donnons-nous un nombre positif quelconque ρ et déterminons les fonctions $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_{n-1}$ et u par l'identité

$$\begin{aligned}\frac{d}{dx}e^{-\rho x}\left[\frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}} + \lambda_1\frac{d^{n-2}y}{dx^{n-2}} + \ldots + \lambda_{n-2}\frac{dy}{dx} + \lambda_{n-1}y\right]& \\ = e^{-\rho x}\left[\frac{d^ny}{dx^n} + p_1\frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}} + \ldots + p_ny + u\right]&,\end{aligned} \tag{11}$$

à laquelle on satisfait en posant

$$\left\{\begin{aligned}\lambda_1 &= \rho + p_1,\\ \lambda_2 &= \rho^2 + \rho p_1 + p_2 - p'_1,\\ \lambda_3 &= \rho^3 + \rho^2 p_1 + \rho p_2 + p_3 - (2\rho p'_1 + p'_2 - p''_1),\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\ \lambda_{n-1} &= \rho^{n-1} + \rho^{n-2}p_1 + \ldots + p_{n-1} - R,\\ u &= (\lambda'_{n-1} - \rho\lambda_{n-1} - p_n)y.\end{aligned}\right. \tag{12}$$

R contient linéairement p_1 et ses $n-2$ premières dérivées, p_2 et ses $n-3$ premières dérivées, etc., de sorte que $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_{n-1}$ sont *bornées*, ainsi que leurs dérivées premières, d'où il résulte que u est également bornée.

Intégrons maintenant la relation (11) de x à $+\infty$. Puisque $y, \frac{dy}{dx}, \ldots, \frac{d^ny}{dx^n}$ sont majorées par des polynomes, on pourra écrire, après intégration,

$$\begin{aligned}&-e^{-\rho x}\left[\frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}} + \lambda_1\frac{d^{n-2}y}{dx^{n-2}} + \ldots + \lambda_{n-1}y\right]\\ &= \int_x^{+\infty} e^{-\rho x}\left[\frac{d^ny}{dx^n} + p_1\frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}} + \ldots + p_ny + u\right]dx\\ &= \int_x^{+\infty} e^{-\rho x}[\varphi(x) + u]\,dx = [\varphi(\xi) + u(\xi)]\int_x^{+\infty} e^{-\rho x}dx = \frac{\varphi(\xi) + u(\xi)}{\rho}e^{-\rho x};\end{aligned}$$

d'où, finalement,

$$\frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}} + \lambda_1 \frac{d^{n-2}y}{dx^{n-2}} + \ldots + \lambda_{n-1} y = - \frac{\varphi(\xi) + u(\xi)}{\rho}. \tag{12}$$

Le second membre de (12) étant borné, y satisfait donc à une équation différentielle d'ordre $(n-1)$ dont les coefficients, il est facile de le voir, satisfont encore aux conditions exprimées dans l'énoncé du théorème.

Le même raisonnement pourra être poursuivi sur cette nouvelle équation (12) et ainsi de suite. On arrivera finalement à une équation

$$\frac{dy}{dx} + \mu y = \theta(x)$$

qui, μ et θ étant bornés, montrera que $\frac{dy}{dx}$ est borné. En remontant les équations précédemment obtenues on en conclura donc que toutes les dérivées $\frac{dy}{dx}, \frac{d^2y}{dx^2}, \ldots, \frac{d^ny}{dx^n}$ sont également bornées.

Si l'intervalle avait été l'intervalle o à $-\infty$ on aurait considéré des valeurs négatives de ρ, l'intégration de (11) étant faite entre x et $-\infty$. Enfin si l'intervalle donné était l'intervalle $-\infty$ à $+\infty$ on traiterait séparément les intervalles $-\infty$ à o et o à $+\infty$.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Perturbations de la déclinaison magnétique à Lyon (Saint-Genis-Laval) pendant le troisième trimestre de* 1914. Note [1] de **M. Ph. Flajolet**, présentée par M. B. Baillaud.

Le nombre des jours perturbés, pendant le troisième trimestre de 1914, se répartit de la façon suivante :

	Juillet.	Août.	Septembre.	Total du trimestre.
Jours parfaitement calmes.......	8	10	8	26
Perturbations de 1′ à 3′.........	14	12	16	42
» de 3′ à 7′.........	8	6	5	19
» > 7′............	1	3	1	5

La perturbation la plus forte a été de 14′, le 27 septembre.

Dans le trimestre précédent [2], les nombres de la quatrième colonne du Tableau ci-dessus étaient, respectivement : 20—43—17—7.

(1) Séance du 6 avril 1915.

(2) *Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 251.

On remarque que le nombre des jours calmes, ou 0 dans l'échelle adoptée, a augmenté de 6; celui des jours de valeur 1 a diminué de 1; celui des jours cotés 2 a augmenté de 2 et ceux de valeur 4 ont diminué de 2.

BOTANIQUE. — *Quelques expériences sur l'antioxydase des fruits de la Tomate.* Note (¹) de M. **Lubimenko**, présentée par M. Gaston Bonnier.

D'après les résultats de mes recherches antérieures (²) sur l'évolution des pigments des chloroleucites au cours de leur transformation en chromoleucites, je suis arrivé à cette conclusion que ce sont les enzymes oxydants qui provoquent dans ce cas l'altération de la chlorophylle. Pour vérifier cette conclusion, j'ai entrepris les dosages de peroxydase dans le suc des fruits de la Tomate aux divers stades de leur développement.

Les expériences préliminaires m'ont montré que la peroxydase de la Tomate donne une réaction aussi forte avec de la résine de gaïac dans l'alcool de 60 pour 100 que dans l'alcool dilué. C'est pourquoi j'ai adopté la méthode de dosage suivante :

J'obtiens le suc des fruits finement découpés et broyés au moyen d'une presse ordinaire et je le filtre sur du papier à filtre; je prends ensuite un centimètre cube de suc, j'ajoute de l'alcool à 50 pour 100, de la solution de la résine de gaïac fraîchement préparée et du peroxyde d'hydrogène de manière que le volume total de ce mélange atteigne 20^{cm^3} et que la quantité d'alcool soit de 55 pour 100. J'obtiens ainsi une solution bleue parfaitement transparente et je compare son intensité de couleur au moyen d'un colorimètre, à l'intensité de celle d'une solution de *bleu de coton* prise comme unité.

Voici les résultats de deux séries de dosages faits de cette manière pour le suc des fruits cueillis simultanément de quelques plantes.

Les divers stades successifs du développement des fruits sont marqués par les nᵒˢ I, II, III, etc.; à partir du nº IV, la teinte des fruits change du vert au rouge.

Quantités relatives de peroxydase pour un centimètre cube de suc.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Première expérience.....	27	60	44	20	traces	0	0
Deuxième expérience.....	22	38	60	43	0	0	0

(¹) Séance du 6 avril 1915.

(²) V. Lubimenko, *Recherches sur les pigments des chromoleucites* (*Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 510); *Nouvelles recherches sur les pigments des chromoleucites* (*Ibid.*, t. 160, 1915, p. 277).

On voit par ces chiffres que la quantité de peroxydase dans le suc augmente dans les fruits avec leur développement et qu'elle tombe ensuite jusqu'à zéro quand la teinte des fruits change du vert au rouge. L'expérience a montré que les nombres ainsi obtenus ne sont pas exacts pour la peroxydase.

J'ai pris le suc fraîchement préparé des tomates rouges qui n'a donné aucune coloration avec de la résine de gaïac, j'ai ajouté à ce suc une quantité suffisante de toluol et je l'ai mise dans une chambre dont la température à peu près constante est égale à 20°. En faisant les dosages en 1 jour, j'ai obtenu la quantité de peroxydase égale à 40; en 2 jours elle a augmenté jusqu'à 70. J'ai répété l'expérience plusieurs fois et j'ai toujours obtenu les mêmes résultats.

Ce fait nous montre que le suc des tomates rouges contient, outre la peroxydase, une substance qui empêche l'oxydation de la résine de gaïac et que cette substance s'altère en présence du toluol. La nature enzymatique de la substance en question peut être démontrée par les expériences suivantes :

On prend 1^{cm^3} de suc frais qui ne donne aucune coloration avec de la résine de gaïac, et l'on ajoute 1^{cm^3} de formaline à 40 pour 100; la résine se colore immédiatement. Au lieu de formaline, on peut prendre l'éther ou le chloroforme, mais la coloration se produit dans ce cas au bout de quelques heures ou d'un jour, suivant la température. Dans une expérience, j'ai ajouté sur 1^{cm^3} de suc inactif pour la résine de gaïac respectivement : 1^{cm^3}, $0^{cm^3},5$ et $0^{cm^3},25$ d'éther; la portion de contrôle a été laissée sans antiseptiques; la température a été égale à 12° C.

En 2 jours, j'ai obtenu les quantités suivantes de peroxydase :

	I. Portion de contrôle.	II. 1^{cm^3} de suc + 1^{cm^3} d'éther.	III. 1^{cm^3} de suc + $0^{cm^3},5$ d'éther.	IV. 1^{cm^3} de suc + $0^{cm^3},25$ d'éther.
Peroxydase...	0	24	33	33

On obtient des résultats analogues si l'on met des fruits rouges vivants dans un récipient contenant les vapeurs de toluol ou de chloroforme ; le suc extrait des fruits tués de cette manière donne une très forte coloration de la résine de gaïac.

Tous ces faits nous donnent à penser que le tissu des fruits de la Tomate renferme un enzyme qui paralyse l'action oxydante de la peroxydase ; cet enzyme, que nous appelons provisoirement l'*antioxydase*, est beaucoup plus sensible que la peroxydase à l'influence de divers antiseptiques ; le toluol le détruit même assez rapidement.

Les dosages que nous avons faits pour les fruits pris aux divers stades de développement montrent que le rapport entre les quantités des enzymes antagonistes change de la manière suivante : chez les fruits très jeunes,

c'est la peroxydase qui prend une prépondérance sur l'antioxydase et cette prépondérance atteint son maximum au stade qui précède le rougissement des fruits; plus tard, le rapport change en sens contraire et l'appareil chlorophyllien reflète ce changement par l'accumulation de la lycopine. A ce point de vue, il est important de remarquer que les enzymes antagonistes sont distribués inégalement dans les divers tissus des fruits. Si l'on découpe en deux moitiés une Tomate rouge, dont le suc est inactif pour la résine de gaïac, et si l'on met à la surface de la coupe la solution de cette résine, en ajoutant un peu de peroxyde d'hydrogène, on constate une belle et intense coloration bleue des couches sous-épidermiques du parenchyme des téguments des graines et une coloration sensiblement plus faible des couches intérieures du parenchyme; au contraire, l'épiderme, le tissu mucilagineux entourant les graines ainsi que le tissu des graines mêmes ne montrent aucune coloration.

Il est très probable que l'appareil chlorophyllien subit aussi l'action oxydante de la peroxydase dans les fruits et les feuilles pendant son travail assimilateur; or, dans ce cas, l'oxydation de la chlorophylle est toujours paralysée par l'intervention de l'antioxydase, ce qui donne l'aspect d'une stabilité apparente aux pigments contenus dans les chloroleucites. Mais quand la fonction de l'antioxydase est affaiblie, comme cela arrive à certains stades du développement des fruits ou dans les feuilles avant leur chute, les enzymes oxydants attaquent énergiquement les pigments et provoquent leur transformation chimique, nettement visible par le changement de couleur.

BOTANIQUE. — *Intoxication chimique et mutation du Maïs.*
Note (¹) de M. **A. Jungelson**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les facteurs de l'évolution des formes végétales, et surtout ceux qui provoquent l'apparition brusque des caractères insolites, « des sports », sont très peu connus. La production expérimentale des monstruosités végétales est encore rare, et surtout en ce qui concerne les fruits ou les grains.

Dans nos expériences, nous avons pu obtenir des épis de Maïs anormaux, en partant de semences plus ou moins intactes, et maintenues en contact,

---

[1] Séance du 6 avril 1915.

pendant 1 heure à 24 heures, avec une solution aqueuse à 1 pour 100 ou à 2 pour 100 de sulfate de cuivre électrolytique.

Sur 60 plantes issues des grains intoxiqués de Maïs « King Chilipp blanc » vérifiés intacts, ou blessés, mutilés et extégumentés expérimentalement, nous avons récolté 150 épis, dont 37 présentaient une déviation accentuée du type spécifique.

Tandis que l'épi normal du type est de forme allongée, cylindrique, à rangées parallèles, sans vides, les épis anormaux obtenus appartiennent à 9 formes, dont voici le signalement succinct :

I. Épis coniques à *rachis torsionné*, à rangées de grains entremêlées et imbriquées les unes dans les autres (3 échantillons).

II. Épis à facies *cylindro-prismatique*, sillonnés depuis la base jusqu'au tiers supérieur par 4 gouttières prononcées dans le voisinage desquelles les grains sont revêtus partiellement d'une espèce de pellicule membraneuse (2 échantillons).

III. Épis *pyriformes* à sommet droit ou incliné, sillonnés de 4 gouttières et ne dépassant pas 10^{cm} de longueur (4 échantillons).

IV. Épis *nains*, ovales, d'une longueur de 4^{cm} à 5^{cm}, garnis d'une quarantaine de grains très serrés (3 échantillons).

V. Épis *courbés* présentant une flexion presque à angle droit de leur partie supérieure (2 échantillons).

VI. Épis *arqués*, effilés en forme de croissant (3 échantillons).

VII. Épis *ébréchés* garnis de grains très clairsemés (4 échantillons).

VIII. Épis *déformés* dont le rachis amorphe est garni de grains stériles (3 échantillons).

IX. Épis *androgynes* à fleurs mâles disséminées ou localisées sur un axe terminal [1] (13 échantillons).

Voici la proportion centésimale de ces épis I-IX, différents du type normal, donnés par chaque groupe de grains, par rapport au nombre total des épis, le régime d'intoxication étant le même :

	Pour 100.	
Les grains intacts et intoxiqués ont donné............	14,9	d'épis anormaux (I-IX)
» extégumentés et intoxiqués ont donné	20,0	»
» blessés et intoxiqués »	37,0	»
» mutilés et intoxiqués »	35,4	»
Les grains intacts, extégumentés, blessés, mutilés, *non intoxiqués* ont donné	0	»

(1) Les échantillons sont déposés au Musée de l'Institut agricole de la Faculté des Sciences de Nancy.

Les grains eux-mêmes, garnissant ces épis, ont été influencés par l'intoxication de la semence-souche, et présentent certaines fluctuations intéressantes portant sur leur conformation, leur structure anatomique, et même leur composition chimique.

L'intoxication de la semence a donc conféré à la plante qui en est issue un état spécial, une aptitude à produire des nouvelles formes; et cela, d'autant plus facilement que le contact entre les tissus de la graine et le toxique était plus intime, puisque les grains blessés et mutilés ont donné une proportion plus élevée de types anormaux que les grains intacts.

Parmi les facteurs influençant le cycle évolutif des formes végétales, M. Blaringhem a attribué un rôle important aux traumatismes violents (1).

Le fait, que les mêmes transformations (épis androgynes, épis ébréchés, etc.) ont été obtenues par M. Blaringhem en mutilant la plante, et par nous en partant des grains intoxiqués expérimentalement, montre que les relations de cause à effet sont moins étroites que ne le croyait ce dernier auteur dans son intéressant travail. Il est donc possible de mettre la plante dans une « période d'affolement, de mutation créatrice de nouvelles formes », non seulement par des processus mécaniques, mais aussi par des moyens d'ordre chimique.

On peut même se demander, si l'intoxication de la graine ou son évolution dans un milieu chimique non accoutumé n'est pas une cause directe de l'apparition de types aberrants, ou « mutations », et ne pourraît être un facteur important de l'évolution des espèces végétales (2), comme il en existe des exemples dans le règne animal (3).

HYGIÈNE. — *Sur l'épuration de l'eau de boisson par l'hypochlorite de calcium.* Note de MM. H. Vincent et Gaillard, présentée par M. A. Laveran.

L'action antiseptique de l'hypochlorite de calcium a été étudiée par Woronzoff, Winogradoff et Kolesnikoff, Sternberg, etc., et surtout par Chamberland et Fernbach pour la désinfection des locaux. L'un de nous a

(1) L. Blaringhem, *Mutation et traumatismes*, p. 221.

(2) Edmond Gain, *Introduction à l'étude des régions florales*, 1908, p. 54.

(3) C. Herbst, *Arch. f. Entwickelungsmechanik d. Organismen*, 1897, p. 643-793. — C.-B. Davenport, *Effect of chemical agents upon growth* (*Experimental Morphologie*, t. 2, p. 293).

fait ressortir l'influence énergique de l'hypochlorite de calcium sur les microbes pathogènes (bacille typhique, bacille du choléra, etc.) (1). Traube, Schumburg ont employé ce corps pour la stérilisation de l'eau. Il nous a paru qu'il méritait d'être étudié de nouveau à ce dernier point de vue.

L'addition des hypochlorites alcalins (javellisation) aux eaux de boisson rend de très grands services. Toutefois, les variations de composition, en chlore actif, de l'eau de Javel ou de son extrait, ne permettent pas de les utiliser à cette fin sans une analyse préalable pour chaque échantillon commercial, la teneur en chlore pouvant osciller dans la proportion de 1 à 10 et davantage. En outre, le chlore actif contenu dans l'eau de Javel ou de Labarraque se transforme spontanément et graduellement en chlorure alcalin inactif. Il est donc nécessaire, pour une même eau de Javel, de procéder, chaque fois, au titrage chlorométrique si l'on veut l'utiliser à intervalles variables.

L'hypochlorite de calcium offre des avantages pratiques non douteux sur le précédent. Il est plus stable, plus riche en chlore actif. En raison de son caractère de corps solide, il est aisément maniable et utilisable. Après de nombreux essais, nous avons réussi à faire préparer des *comprimés* dont chacun renferme, au moment de sa préparation, $3^{mg},5$ environ de chlore actif. Cette proportion s'abaisse, avec le temps, vers 3^{mg}, dose suffisante pour l'épuration d'un litre d'eau.

Ces comprimés comprennent un mélange de $0^{g},015$ d'hypochlorite de calcium et de $0^{g},08$ de Na Cl pur (2).

Conservés pendant 2 mois, ils ont perdu seulement $0^{g},0003$ à $0^{g},0004$ de leur titre en chlore.

L'adjonction du Na Cl présente une certaine importance. Lorsqu'on introduit un de ces comprimés dans l'eau et qu'on agite, on constate, en effet, que le chlorure de sodium qu'il contient favorise la diffusion et la dissolution très rapide du chlore actif dans l'eau à épurer. *En* 10 *minutes, et alors que le comprimé ne paraît pas modifié, les trois quarts du chlore actif disponible sont déjà dissous dans l'eau. Dans les* 10 *minutes suivantes, la presque totalité de ce qui reste de chlore actif a été mise en liberté.*

Au contraire, des comprimés d'hypochlorite de calcium non additionnés de Na Cl, agités dans l'eau, ne lui cèdent la totalité de leur chlore qu'après plusieurs heures.

En conséquence, il n'est nul besoin d'écraser le comprimé d'hypochlo-

---

(1) H. Vincent, *Comptes rendus*, t. 119, 1894, p. 965, et *Ann. de l'Inst. Pasteur*, 25 janvier 1915.

(2) Il peut être fait des comprimés stérilisateurs pour 10^{l}, 20^{l}, etc. d'eau de boisson.

rite de calcium + Na Cl pour obtenir ce résultat. Le comprimé se maintient pendant quelques heures sous la forme d'un squelette de carbonate de calcium qui constitue, au point de vue pratique, un *témoin* de l'addition de l'agent stérilisant.

Après action de l'hypochlorite de calcium, la composition minérale de l'eau est à peine modifiée par la présence de quelques centigrammes de Na Cl et de 1^{cg} de carbonate de calcium. Les degrés alcalimétriques et hydrotimétriques ne sont pas sensiblement changés.

En ce qui concerne *l'action chimique sur les matières organiques des eaux*, le résultat général de plus de 30 analyses (eaux naturelles, eaux d'égouts, eaux souillées par des matières fécales, eau additionnée de 1^{cg} par litre de peptone et abandonnée à la putréfaction, etc.) peut s'exprimer comme il suit : l'azote ammoniacal et l'azote albuminoïde tombent dans une proportion qui varie du quart à plus de la moitié et peut même descendre aux trois quarts, suivant le degré de pollution et la nature de la souillure de l'eau. L'action oxydante, déjà manifeste après 10 minutes, se continue pendant plusieurs heures et s'arrête au bout de 24 heures environ. Elle peut aller jusqu'à la transformation de l'azote organique en azote nitrique.

Une eau ayant subi un commencement de fermentation putride perd toute odeur après action d'un comprimé.

L'*épuration bactérienne* s'effectue suivant une marche rigoureusement parallèle à la dissolution du chlore actif.

On a délayé, dans 1^{l} d'eau de Vanne ou de Seine stérilisée, des cultures prélevées sur gélose de bacille typhique, bacille paratyphique A ou B, bacille dysentérique, bacille du choléra, de manière que la teneur fût de 2000 à 5000 bacilles environ par centimètre cube. Le comprimé d'hypochlorite de calcium étant introduit, on agitait vivement l'eau en expertise, puis on faisait, toutes les 5 minutes, des prélèvements de 2^{cm^3} d'eau qu'on ensemençait en bouillon.

Les microbes pathogènes ont été régulièrement trouvés morts après 10 à 12 minutes, parfois après 5 minutes. Le *Bacillus coli* est tué dans le même délai.

Dans une eau contenant $1^{mg},2$ d'azote organique, la destruction du bacille typhique et des autres microbes pathogènes a été obtenue en 10 ou 15 minutes. Dans une eau trois fois plus riche en azote albuminoïde, l'addition de deux comprimés a donné le même résultat.

En ce qui concerne les bactéries non pathogènes (saprophytes) des eaux de boisson, ces microbes sont, sous l'influence de l'hypochlorite de calcium,

influencés très rapidement, en fonction de la dissolution du chlore actif. Par exemple, une eau renfermant 3040 bactéries par centimètre cube n'en contenait plus, après 10 minutes, que 180; après 1 heure, que 60. Dans une eau contenant par centimètre cube 16975 bactéries banales, la teneur microbienne est descendue à 450 après 10 minutes, à 175 après 20 minutes, à 105 après 1 heure [1].

L'eau de boisson, additionnée d'hypochlorite de calcium en comprimé, peut être consommée après 15 ou 20 minutes. Elle ne présente aucun goût appréciable.

Simple et pratique, d'une innocuité absolue, d'une efficacité considérable et très rapide, ne nécessitant, pour son emploi, aucune manipulation ni aucun dosage, cette technique d'épuration des eaux de boisson nous a paru, particulièrement dans les circonstances présentes, devoir être signalée et recommandée.

MÉDECINE. — *Sur une installation permettant d'appliquer l'héliothérapie intensive, en hiver, aux blessés et aux convalescents militaires.* Note de **M. J. Vallot**, présentée par M. d'Arsonval.

L'héliothérapie d'hiver est d'une application difficile, à cause de la basse température de l'air, même sur la Côte d'Azur. Les malades devant, dans bien des cas, être exposés au soleil complètement nus, il est indispensable de les soustraire à l'action nuisible du vent et du froid de l'air. En outre, j'ai démontré antérieurement que l'action de la lumière augmente largement en présence de la chaleur.

Il résulte des nombreuses mesures que j'ai faites à Nice, que la radiation calorifique *directe* du soleil dans cette région, par beau temps, varie de 1^{Cal} à $1^{Cal},3$. Elle est sensiblement la même en toute saison, ce qui s'explique par l'augmentation de la vapeur d'eau en été et la pureté de l'atmosphère en hiver.

Mais il n'en est pas de même de la radiation chimique. Celle-ci est beaucoup plus sensible à l'épaisseur d'atmosphère traversée, et sa valeur, mesurée à l'aide d'un actinomètre chimique, descend, en hiver, presque à

(1) Après 4 ou 5 heures, il arrive parfois que l'eau étant abandonnée à elle-même à la température du laboratoire, il s'y produit une légère multiplication des bactéries banales non détruites.

la moitié de ce qu'elle est en été. Comme les radiations chimiques sont les plus agissantes en héliothérapie, ce fait a une grande importance, et il en résulte qu'il est de toute nécessité d'utiliser le maximum des radiations.

A l'extérieur, la radiation *directe* (soleil seul) s'augmente de la radiation *diffuse* provenant de la voûte céleste. Celle-ci est loin d'être négligeable, car elle atteint un tiers de la radiation directe. La radiation *totale* est la somme des deux radiations. Voici des chiffres indiquant, d'après la moyenne de mes expériences, la proportion relative de ces radiations à Nice.

	Cal
Radiation directe (soleil seul)	1
Radiation totale, à l'extérieur	1,4
Radiation dans une chambre, fenêtre ouverte	1,1

On voit qu'il y aurait grand avantage à placer le malade à l'extérieur, si le froid et le vent ne s'y opposaient pas.

On peut se rendre compte des conditions dans lesquelles le malade peut être placé, à l'aide de l'*héliothermomètre* que j'ai décrit au Congrès de Thalassothérapie de Cannes. Il résulte des expériences que j'ai faites avec le Dr Malgat que, tant que l'héliothermomètre est au-dessous de 35°, le malade prend un bain solaire froid, qui augmente sa pression artérielle. Au-dessus de 35°, le bain solaire devient chaud, et est caractérisé par l'abaissement de la pression artérielle. Le renversement du phénomène fait sentir l'importance de la température du bain solaire.

Des observations suivies m'ont fait voir qu'à Nice, en hiver, l'héliothermomètre, placé en plein air, a souvent son maximum à 25° et ne dépasse pas 30°, ce qui est fort au-dessous des 35° nécessaires.

Dans la pratique, on essaye de tourner la difficulté, en plaçant le malade devant la fenêtre, dans une chambre chauffée. La fenêtre reste *ouverte*, pour éviter l'absorption des radiations par les vitres, mais les chiffres que j'ai donnés plus haut montrent qu'on perd ainsi la plus grande partie des radiations diffuses, qui sont très actives. C'est ce qui explique la durée interminable du traitement d'hiver. Les nécessités militaires obligent à chercher le moyen d'abréger la cure, en la rendant aussi intensive qu'en été.

Pour qu'une installation soit vraiment efficace, il faut que le malade soit installé dehors, recevant les radiations de la voûte céleste en même temps que celles du soleil. Il faut le préserver du vent, et il est indispensable que l'air, dans lequel il est plongé, soit échauffé suffisamment pour que l'héliothermomètre marque de 38° à 40°. Après une série d'expé-

riences, j'ai réussi à remplir ces conditions, à l'aide d'un système très simple d'écrans absorbants.

L'appareil individuel se compose d'une logette formée de trois écrans verticaux de 2^m de haut. L'écran de fond, en face du soleil, mesure 1^m de large, et les écrans latéraux ont $1^m,60$. Ceux-ci sont accrochés à l'écran de fond et placés à angle ouvert (environ 110°), de manière à réfléchir les rayons solaires vers l'intérieur. Chaque écran est formé d'un châssis en bois sur lequel est tendue une toile forte, peinte en blanc. Il n'y a pas de toit. Tout le système tourne autour d'un pivot vertical, de manière à pouvoir être orienté à toute heure vers le soleil.

Le Tableau suivant montre les résultats que j'ai obtenus au mois de novembre. Les mesures ont été faites à l'aide d'actinomètres appropriés à chaque espèce de radiations.

	A l'air libre.	Dans la chambre.	Dans la logette.
Héliothermomètre	27°,2	39°,4	40°,8
Radiation solaire directe	$1^{Cal},11$	$1^{Cal},11$	$1^{Cal},11$
Radiation calorifique totale	$1^{Cal},60$	$1^{Cal},21$	$2^{Cal},94$
Radiation chimique totale	$1^{Cal},11$	$0^{Cal},84$	$1^{Cal},11$

On voit que la température accusée par l'héliothermomètre est augmentée dans les proportions voulues. La radiation calorifique totale grandit, par les réflexions, plus qu'on ne s'y attendait. Quant à la radiation chimique, au lieu d'être diminuée comme dans la chambre, elle ne subit aucune perte, et reste la même qu'en espace totalement découvert; ce qu'elle perd par suite des écrans latéraux est rendue par réflexion.

Chargé par l'autorité militaire d'organiser le service de l'héliothérapie dans l'Hôpital complémentaire nº 17 (Hôtel impérial), à Nice, j'ai établi un système orientable de sept logettes un peu plus larges, de manière à mettre deux hommes par logette. On peut ainsi donner des bains solaires d'une heure à plus de 80 hommes par jour. Les constatations thermiques ont fourni des chiffres semblables à ceux que j'ai donnés plus haut et l'héliothermomètre a dépassé souvent *quarante* degrés dans les logettes, en février, tandis qu'il restait à *vingt-cinq* degrés à quelques mètres en avant de l'appareil. La disproportion énorme entre ces deux chiffres montre que le but cherché dans ce dispositif a été complètement atteint.

MÉDECINE. — *Nouveau procédé radioscopique de détermination de la profondeur d'un corps étranger dans l'organisme.* Note [1] de MM. **Hirtz** et **Gallot**, présentée par M. d'Arsonval.

Ce nouveau procédé de la détermination de la profondeur peut s'employer avec toutes les installations radiologiques permettant d'opérer de bas en haut et le centrage vertical du rayon normal.

On peut alors dire qu'il est un des plus exacts, des plus rapides et des plus simples.

Comme outillage spécial, il suffit d'avoir un simple écran radioscopique 8 × 12 par exemple, percé d'un trou à son centre. La petitesse de l'écran étant seulement recommandée pour permettre une meilleure adaptation tangentielle du centre de l'écran sur le patient à la sortie du rayon normal.

Utilisation : Premier temps. — Le patient est posé sur une table, le tube radiologique en dessous à une distance quelconque.

Le rayon normal passant par le projectile, on règle la position de l'écran de façon que le projectile soit au centre du trou O de l'écran. On marque sur la peau du patient, par l'orifice O, à l'aide d'un crayon à l'aniline le point de sortie du rayon.

On déplace le tube dans un plan horizontal dans une direction quelconque, on note sur le verre de l'écran l'endroit de la nouvelle image O′ du projectile.

Deuxième temps : Première solution. — On glisse le malade hors de la table sans bouger l'écran.

Deuxième solution. — On relève l'écran spécialement agencé pour retomber en même place après le départ du malade.

L'écran étant en même place, le tube dans sa dernière position et en fonction, on laisse descendre directement par le trou de l'écran un fil à plomb; lorsque le plomb sera arrivé exactement à la profondeur du projectile, son image se confond avec le point O′. On mesure en millimètres la longueur de la ficelle du bord de l'écran au centre de la balle de plomb et l'on a ainsi la profondeur.

---

[1] Séance du 6 avril 1915.

C'est la *seule mesure à prendre*, d'où *exactitude absolue*.

Avantages sur les autres procédés. — Aucune autre mesure que celle ci-dessus. Aucun repérage de hauteur ni de déplacement du tube. Élimination de toutes erreurs dans les mesures toujours difficiles sinon impossibles à prendre exactement avec le matériel habituel.

Ce dispositif rendra facile l'application du compas de recherches de M. le médecin major Hirtz par la méthode radioscopique.

La séance est levée à 15 heures trois quarts.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 6 juillet 1914.)

Note de M. *Arnaud de Gramont*, Observations générales sur les raies ultimes des éléments dans les diverses sources lumineuses :

Page 9, ligne 11, *au lieu de* condensées avec self; sans self, *lire* condensées sans self; avec self.